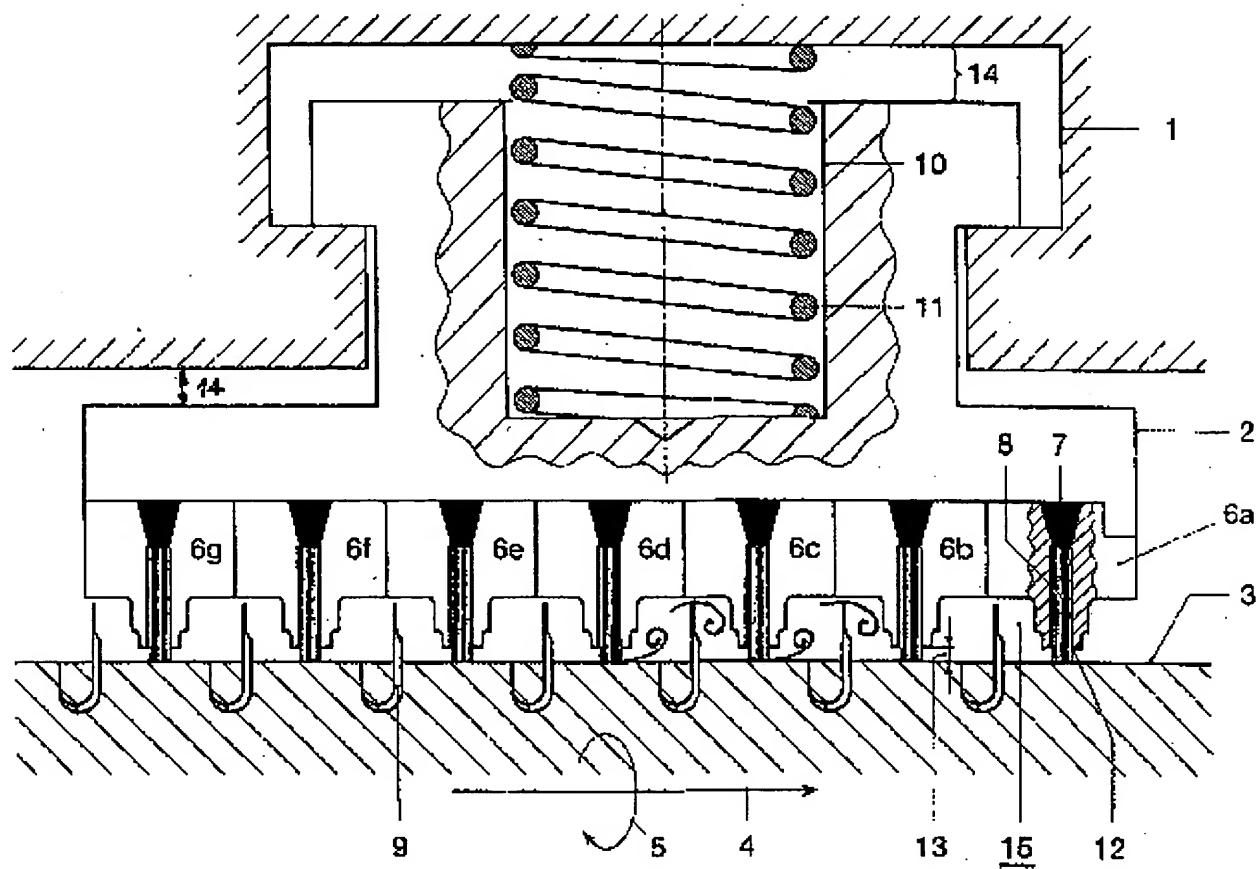


AN: PAT 1998-194565
TI: Tip seal for fluid turbine rotor has bristle brush seal ring mounted on casing to engage surface of rotor with spring bias
PN: **DE19639328-A1**
PD: 26.03.1998
AB: The tip seal is for the gap between the rotor and casing and has at least one brush seal ring spanning it. The bristles on the front face of the seal ring can engage and seal on the rotor. The seal ring (6a-g) can be elastically evenly biased against the rotor. The elastic bias of the seal ring against the rotor can be provided by a spring (11) between the seal ring and housing.; The seal can accommodate differences in the gap and prevents loss of efficiency.
PA: (ALLM) ASEA BROWN BOVERI AG;
(ALSM) ALSTOM SWITZERLAND LTD;
IN: BUSSE L; MEYLAN P;
FA: **DE19639328-A1** 26.03.1998; DE59709678-G 08.05.2003;
EP836040-A1 15.04.1998; EP836040-B1 02.04.2003;
CO: AL; AT; BE; CH; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI;
LT; LU; LV; MC; NL; PT; RO; SE; SI;
DR: AL; AT; BE; CH; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT;
LU; LV; MC; NL; PT; RO; SE; SI;
IC: F01D-011/02; F16J-015/32; F16J-015/44;
DC: Q51; Q65;
FN: 1998194565.gif
PR: DE1039328 25.09.1996;
FP: 26.03.1998
UP: 20.05.2003



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift DE 196 39 328 A 1

(51) Int. Cl. 6:
F01D 11/02
F 16 J 15/32

DE 196 39 328 A 1

(21) Aktenzeichen: 196 39 328.0
(22) Anmeldetag: 25. 9. 96
(23) Offenlegungstag: 26. 3. 98

(71) Anmelder:

Asea Brown Boveri AG, Baden, Argau, CH

(74) Vertreter:

Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen

(72) Erfinder:

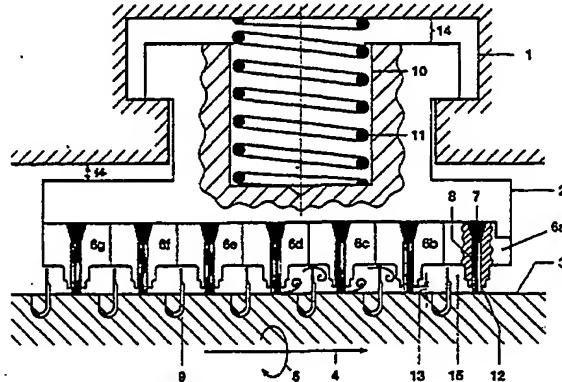
Busse, Ludwig, Dr., 69493 Hirschberg, DE; Meylan,
Pierre, Neuenhof, CH

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 195 27 781 C1
DE 39 07 614 A1

(54) Vorrichtung zur Dichtung eines Spaltes zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsmaschine

(55) Bei einer Vorrichtung zur Dichtung eines Spaltes zwischen Rotor (3) und Gehäuse (1) einer Strömungsmaschine wird der Spalt (13) mit einem mit Borsten (8) bestückten Bürstendichtring (6a-g) überbrückt. Die Borsten (8) selbst sind von der rotorseitigen Frontfläche (12) des Bürstendichtringes (6a-g) vorstehend, und sie liegen dichtend auf dem Rotor (3). Der Bürstendichtring (6a-g) ist in radialer Ebene gegenüber dem Rotor (3) über ein Federelement (11) nachgiebig, dergestalt, daß Auslenkungen des Rotors (3) ohne Beschädigung der beiden aufeinanderstoßenden Flächen aufgefangen werden können.



DE 196 39 328 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.98 802 013/465

6/23

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Bürstendichtungen, insbesondere für Dampfturbinen, welche den betriebsnotwendigen Spalt zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsmaschine erfassen, müssen Druckdifferenzen auf nehmen, welche ein Vielfaches dessen betragen, was beispielsweise bei Gasturbinen auftreten. Bei Dampfturbinen treten üblicherweise Druckdifferenzen in der Größenordnung von 20 MPa auf, was eine 8-fache Druckdifferenz gegenüber den anzu treffenden Verhältnissen bei Gasturbinen ausmacht. Eine übliche Lösung zur Abdichtung des Spaltes bei Dampfturbine besteht darin, eine Anzahl in Bürstendichtringe integrierte Borsten in Serie zu schalten. Weil dies regelmäßig mit einem Durchsichtslabyrinth nicht genügt, die Spaltleckage in akzeptablen Grenzen zu halten, wird darüber hinaus noch ein doppeltes Labyrinth, ein sogenanntes Doppellabyrinth, vorgesehen, welches dann die nötige Verbesserung bringt. Allerdings ist es so, daß auch bei solchen Vorkehrungen die Abstände zwischen Bürstendichtringen und Rotor knappe Abstände erfordert, welche in der Größenordnung von 1 mm liegen. Bedingt durch Wärmespannungen entfallen die Gehäusewandungen von Dampfturbinen allerdings die negative Wirkung, sich mit der Zeit gegenüber dem Rotor zu verformen oder sonst atypische Positionen einzunehmen. Wenn nun der Abstand zwischen einem Bürstendichtring und dem Rotor anfänglich zur Minimierung der Spaltleckage auf nur etwa 1 mm disponiert wird, muß beim Öffnen der Maschine, wie dies üblicherweise bei einer Revision der Fall ist, unweigerlich zu einer Beschädigung der Bürstendichtung, d. h. insbesondere der Frontflächen, und deren Funktionalität kommen, denn die hierzu auftretenden maßlichen Verformungen in der Trennebene betragen regelmäßig ein Vielfaches des anfänglich vorgesehenen Spiels. Daneben darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Wärmespannungen noch andere negative Einflüsse auf das Gehäuse ausüben können, welche die Funktions tüchtigkeit der Bürstendichtung mehr oder minder schmälern. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind folgende negative Einflüsse auf zuzählen:

- a) Ovalisierung des Gehäuses;
- b) Verschiebung der Rotor- zur Gehäuseachse;
- c) Anteil der Schwingungsamplitude beim Durchfahren der kritischen Drehzahl;
- d) Dehnung des Rotors infolge der Fliehkraft;
- e) Differenzdehnung zwischen Rotor und Gehäuse infolge Temperaturunterschiede;
- f) Schrumpfringeinfluß beim Montagezustand;
- g) Schrumpfanänderung zwischen Montage- und Betriebszustand;
- h) Differenzdehnungsunterschiede über alle Segmente;
- i) Summe aller spielverkleinernden Herstellungstoleranzen;
- j) Abweichung von der Kreisform durch die Trennschnitte, die zur bereits genannten Ovalisierung des Gehäuses führt.

Zur Beherrschung dieser Einflüsse müßte das Spiel zwischen Bürstendichtringen und Gehäuse um ein Vielfaches vergrößert werden, was wiederum große Wirkungsgradsverluste mit sich brächte.

5 Aus EP 0 453 315 B1 ist eine aus Bürstendichtringen zusammengesetzte Bürstendichtung zur Bewerkstellung einer Dichtung zwischen einem Rotor und einem Gehäuse einer Strömungsmaschine bekanntgeworden. Bei diesem Vorschlag ist der Bürstendichtring rotorseitig mit einer Verstärkungsplatte versehen, welche auch rotorseitig mit einer Schicht eines abtragbaren Materials ergänzt ist. Damit soll erreicht werden, daß bei anfänglich minimierten Spaltgrößen eine Möglichkeit geschaffen wird, die immer wieder auftretenden negativen Einflüsse gemäß obiger Auflistung (a–j) durch einen bei Bedarf einsetzenden Abrieb des abtragbaren Materials der Verstärkungsplatte aufzufangen.

Diese Möglichkeit weist indessen Nachteile auf, die darin bestehen, daß das abtragbare Material eine äußerst kleine Reibfestigkeit aufweisen muß, soll der Widerstand auf eine Vergrößerung des Spiels gering ausfallen. Aber selbst wenn diese Voraussetzungen optimal erfüllt werden, so bleibt dem ganzen Konzept aus dieser Druckschrift ein fundamentaler Nachteil behaftet, der darin zu sehen ist, daß jeder Abrieb grundsätzlich durch eine neue Beschichtung ersetzt werden müßte, will man das ursprüngliche vorgesehene Spiel nicht aufgeben. Das dies in der Praxis mit einem vernünftigen Aufwand nicht zu machen ist, liegt auf der Hand, abgesehen davon, daß eine Beschädigung der Bürstendichtringe, der Borsten und des Rotors trotzdem nicht ausgeschlossen werden kann, denn der Abrieb bildet im Grunde genommen eine spanabhebende Operation, bei welcher der Rotor die Funktion des spanabhebenden Werkzeuges übernimmt.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art die aus dem obengenannten Stand der Technik hervorgehenden Nachteile zu beheben.

45 Durch den Einbau der Bürstendichtungen in elastisch, radial gelagerten Segmenten, welche auf Druck des Rotors eine Nachgiebigkeit der Bürstendichtringe gewährleisten, kann der zu dichtende Spalt minimiert werden, ohne Gefahr zu laufen, daß bei Auftreten eines Zustandes gemäß den oben aufgelisteten negativen Einflüssen a–j eine Beschädigung des Bürstendichtringes, der Borsten, insbesondere deren Lippen, sowie des Rotors selbst entstehen kann.

55 Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß der Betrieb einer solchen Strömungsmaschine mit nunmehr kleinsten Spalten zwischen Bürstendichtring und Rotor realisiert werden kann. Die dafür vorgesehenen Segmente in Umfangsrichtung des Gehäuses können jederzeit die Verformung des Gehäuses, eine Verlagerung des Rotors, etc., bei niedrigen Drehzahlen durch elastisches Nachgeben der Segmente auffangen, ohne daß dadurch die Bürstendichtringe und/oder die Lippen der Borsten beschädigt werden.

Üblicherweise wird ein Segment ein Arcus in der 60 Größenordnung von 30–45° bezogen auf den inneren Umfang des Gehäuses aufweisen und außerdem mit mehreren nebeneinander angeordneten Bürstendichtringen bestückt sein. Dies schließt aber nicht aus, jeden

Bürstendichtring einzeln abfedern, wobei hier darauf geachtet werden muß, daß die gehäuseseitigen Schweißnähte zur Fixierung der einzelnen Borsten entlastet bleiben. Dies läßt sich erreichen, indem die Federkraft auf die Stirnfläche der einzelnen Bürstendichtringe, um die Schweißnaht herum, eingeleitet wird. Bei der Verbundlösung von mehreren nebeneinander geordneten Bürstendichtringen läßt sich die Einleitung der Federkraft und der Druckdifferenzen in radialer Richtung über das übergeordnete Segment ohne Belastung der Schweißnähte einwandfrei erreichen.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfundungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfahrung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfahrung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen worden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die einzige Figur zeigt ein gefedertes Segment, das mit einer Anzahl von Bürstendichtringen bestückt ist, wobei diese Bürstendichtung einen Rotorteil einer Strömungsmaschine erfaßt.

Wege zur Ausführung der Erfahrung, gewerbliche Verwendbarkeit

Die Figur zeigt den Aufbau einer Bürstendichtung eines Rotors 3 einer Strömungsmaschine. Als Strömungsmaschine stehen hier im Vordergrunde Gas- und Dampfturbinen. Der Aufbau der hier gezeigten und beschriebenen Bürstendichtung ist typisch für die anzu treffenden Verhältnisse bei Dampfturbinen, bei welchen die Druckdifferenzen in Strömungsrichtung 4 besonders groß ausfallen. Dessen ungeachtet, dieser Aufbau läßt sich vorzüglich auch auf andere Strömungsmaschinen übertragen, und zwar immer dort, wo der Spalt zwischen Bürstendichtring und Rotor minimiert werden soll. Die aus der Figur ersichtliche Bürstendichtung wird jeweils intermediär zwischen zwei arbeitenden Sektoren der Strömungsmaschine angeordnet, und hat bestimmungsgemäß die Aufgabe zu erfüllen, eine schädliche Strömung des Arbeitsmediums zwischen den beiden Sektoren maximal zu unterbinden, was sich bei positiver Umsetzung dieser Maßnahme unmittelbar erhöhend auf den Wirkungsgrad der Anlage auswirkt.

Ein Segment 2 umfaßt eine Anzahl nebengeordneter Bürstendichtringe 6a-g, welche die zu dichtende Strecke des Rotors 3 erfassen, wobei dieses Segment 2, wie aus der Drehrichtung 5 des Rotors hervorgeht, von ringförmiger Gestaltung ist. Das Segment steht radial in einer federnden Interdependenz zum Gehäuse 1 der Strömungsmaschine. Diese federnde Interdependenz wird durch eine Feder 11 erstellt, welche in einer Bohrung des Segmentes 2 aufliegt, und radial gegen das Gehäuse 1 drückt. Zwischen Segment 2 und Gehäuse 1 ist ein Spalt 14 vorgesehen, welcher die maximale Einfederung der Feder 11 bestimmt, wobei diese Einfederung, wie aus der Figur hervorgeht, immer zu einer Verkleinerung des Spaltes 14 und zu einer theoretischen Vergrößerung des komplementären Spaltes 13 zwischen Frontfläche 12 der Bürstendichtringe 6a-g und Rotor 3 führt. In Tat und Wahrheit setzt eine Verkleinerung des Spaltes 14 immer dann ein, wenn der Rotor 3 in irgendeiner Form gegen die Bürstendichtringe 6a-g drückt. In jedem Bürstendichtring 6a-g wird ein Paket

von Borsten 8 eingelassen und durch eine gehäuseseitig angebrachte Schweißnaht 7 radial fixiert. Ein bestimmte Höhe der Borsten 8 ragen aus den Bürstendichtringen 6a-g heraus und überbrücken dann den betriebsmäßigen Spalt 13 zwischen Frontfläche 12 der Bürstendichtringe 6a-g und Rotor 3. Weil die einzelnen Borsten 8 gegenüber der Oberfläche des Rotors 3 in herkömmlicher Weise schräg in Umfangsrichtung verlaufen, sind sie auf Druck, d. h. auf eine Verkleinerung des Spaltes 13, elastisch nachgiebig, ohne daß dadurch die von den Borsten 8 ausgehende Dichtheit auch nur minimal eingeschränkt wird. Zwischen den einzelnen Borsten 8 weisen die benachbarten Bürstenringe 6a-g Kammern 15 auf, welche von dem schlanken radialen Auslauf der Bürstendichtringe 6a-g im Bereich deren Frontfläche 12 gebildet werden. Zur weiteren Verminderung der Leckströmung über den Rotor 3 werden innerhalb dieser Kammern 15 Dichtstreifen 9 eingebaut, welche vorzugsweise aus Blechstreifen bestehen und in Nuten im Rotor 3 eingestemmt werden. Diese Dichtstreifen 9 werden in der Regel so eingebaut, daß der Stemmdraht 9a auf der Seite des höheren Druckes liegt. Demgegenüber ist die Anschärfung 9b des Dichtstreifens 9 auf der dem Stemmdraht 9a abgewandten Seite anzubringen. Selbstverständlich ist der verbleibenden Zwischenraum zwischen der Spitze der Anschärfung 9b und der oberen Fläche der Kammer 15 mindestens so groß wie der Spalt 13 zwischen Frontfläche 12 der Bürstendichtringe 6a-g und Rotor 3.

Die hier über den Umfang des Segmentes 2 im Verbund abgefedernten Bürstendichtringe 6a-g lassen sich auch einzeln abfedern, wobei dann allerdings zu beachten ist, daß die Dynamik der einzelnen Federn nicht zu einer Verletzung der Schweißnähte 7 führen kann. Eine solche Möglichkeit einzeln abgefederter Bürstendichtringe ist immer dort angebracht, wo gleichförmige resp. gleichmäßige Verhältnisse bezüglich des Rotors 3 oder des Gehäuses 1 nicht anzutreffen sind.

Unabhängig davon, welche Variante zum Einsatz gelangt, ist die nachgiebige Wirkung der Bürstenringe 6a-g gegenüber einem Wachsen oder einer Ovalisierung des Gehäuses 1 über den anfänglich vorgesehenen Spalt 13 die Gleiche. Sobald die Oberfläche des Rotors 3 auf die Frontfläche 12 eines Bürstendichtringes 6a-g anstößt, tritt die Wirkung der Feder 11 in Funktion, welche die in irgendeiner Form stattfindende Auslenkung des Rotors 3 ohne Beschädigung für die beiden aneinander stoßenden Flächen nachgiebig auffängt.

Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Segment
- 3 Rotor
- 4 Strömungsrichtung
- 5 Drehrichtung des Rotors
- 6a-f Bürstendichtringe
- 7 Schweißnaht
- 8 Borsten
- 9 Dichtstreifen
- 9a Stemmdraht
- 9b Anschärfung
- 10 Bohrung
- 11 Feder, Federelement
- 12 Frontfläche des Bürstendichtringes
- 13 Spalt zwischen Frontfläche 12 und Rotor 3
- 14 Spalt zwischen Segment 2 und Gehäuse 1
- 15 Kammer

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Dichtung eines Spaltes zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsmaschine, wobei der Spalt mit mindestens einem mit Borsten bestückten Bürstendichtring überbrückbar ist, wobei die Borsten von der rotorseitigen Frontfläche des Bürstendichtringes vorstehen und dichtend auf dem Rotor aufliegen, dadurch gekennzeichnet,
daß der Bürstendichtring (6a-g) in radialer Ebene 10 gegenüber dem Rotor (3) elastisch nachgiebig ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elastische Nachgiebigkeit des Bürstendichtringes (6a-g) gegenüber dem Rotor (3) durch eine zwischen Bürstendichtring (6a-g) 15 und Gehäuse (1) wirksame Feder (11) erstellt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß axial verschoben gegenüber dem zu dichtenden Spalt (13) Dichtstreifen (9) angeordnet sind, welche in radialer Ebene den Spalt (13) von 20 einer axialen Strömung (4) abschirmen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bürstendichtring (6a-g) rotorseitig die Borsten (8) lippenförmig umschließt.

25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

